

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-166803

(43)Date of publication of application : 13.06.2003

(51)Int.Cl.

G01B 7/30  
 B62D 5/04  
 B62D 6/00  
 G01D 5/245  
 // B62D113:00

(21)Application number : 2001-369596

(71)Applicant : TOYODA MACH WORKS LTD

(22)Date of filing : 04.12.2001

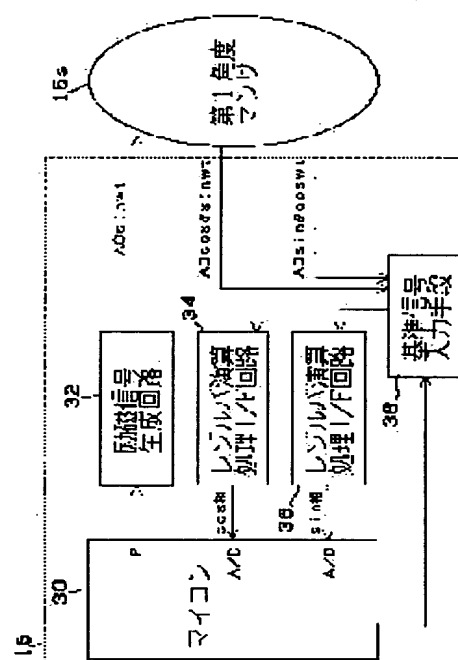
(72)Inventor : SUZUKI HIROSHI

## (54) CORRECTING METHOD FOR POSITION DETECTOR AND ELECTRIC POWER STEERING SYSTEM

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide an electric power steering system capable of properly supplementing steering torque by using a resolver.

**SOLUTION:** A reference signal is impressed on a resolver arithmetic processing I/F circuit 34 and a resolver arithmetic processing I/F circuit 36 via a reference signal inputting means 38. A microcomputer 30 determines a deviation of an amplification factor from outputs of the resolver arithmetic processing I/F circuit 34 and the resolver arithmetic processing I/F circuit 36 when the reference signal is provided. From the determined deviation, a correction value is calculated for calculating a position from the outputs of the resolver arithmetic processing I/F circuit 34 and the resolver arithmetic processing I/F circuit 36.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

17.03.2004

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

3758563

[Date of registration]

13.01.2006

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-166803

(P2003-166803A)

(43) 公開日 平成15年6月13日 (2003.6.13)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テ-マ-コ-ト* (参考)
G 0 1 B 7/30	1 0 1	G 0 1 B 7/30	1 0 1 A 2 F 0 6 3
B 6 2 D 5/04		B 6 2 D 5/04	2 F 0 7 7
6/00		6/00	3 D 0 3 2
G 0 1 D 5/245	1 0 1	G 0 1 D 5/245	1 0 1 S 3 D 0 3 3
// B 6 2 D 113:00		B 6 2 D 113:00	
審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 11 頁)			

(21) 出願番号 特願2001-369596 (P2001-369596)

(22) 出願日 平成13年12月4日 (2001.12.4)

(71) 出願人 000003470

豊田工機株式会社

愛知県刈谷市朝日町1丁目1番地

(72) 発明者 鈴木 浩

愛知県刈谷市朝日町1丁目1番地 豊田工  
機株式会社内

(74) 代理人 100095795

弁理士 田下 明人 (外1名)

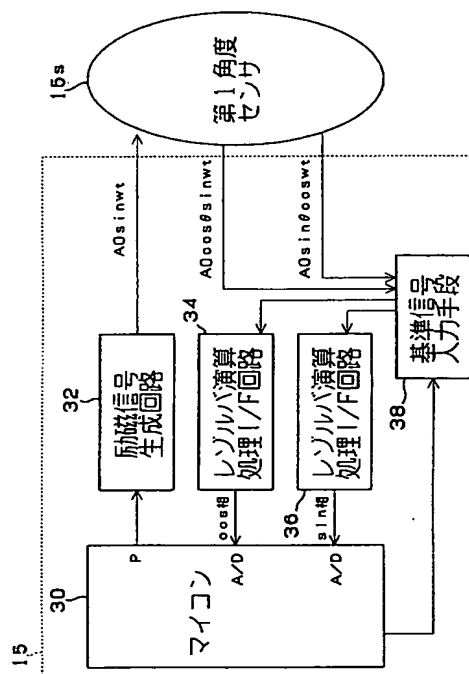
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 位置検出器の補正方法、及び、電気式動力舵取装置

(57) 【要約】

【課題】 レゾルバを用いて適切に操舵トルクを補助できる電気式動力舵取装置を提供する。

【解決手段】 基準信号入力手段38を介して基準信号が、レゾルバ演算処理I/F回路34とレゾルバ演算処理I/F回路36とに印加され、マイクロコンピュータ30が、この基準信号を与えた時のレゾルバ演算処理I/F回路34とレゾルバ演算処理I/F回路36の出力から増幅率の偏差を求める。求めた偏差によりレゾルバ演算処理I/F回路34とレゾルバ演算処理I/F回路36の出力から位置を演算する際の補正値を演算する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 レゾルバと、該レゾルバに励磁信号を与えるレゾルバ励磁回路と、該レゾルバから得られるcos相信号を増幅するcos相インターフェイス回路と、該レゾルバから得られるsin相信号を増幅するsin相インターフェイス回路と、該cos相インターフェイス回路とsin相インターフェイス回路との出力から位置を演算する演算処理回路とを備える位置検出器の補正方法であって、前記cos相インターフェイス回路と前記sin相インターフェイス回路とに基準信号を与え、前記基準信号を与えた際の前記cos相インターフェイス回路と前記sin相インターフェイス回路との出力から当該cos相インターフェイス回路と当該sin相インターフェイス回路との増幅率の偏差を求め、求めた偏差により、前記演算処理回路が、該cos相インターフェイス回路とsin相インターフェイス回路との出力から位置を演算する際に補正を行うことを特徴とする位置検出器の補正方法。

【請求項 2】 レゾルバと、該レゾルバに励磁信号を与えるレゾルバ励磁回路と、該レゾルバから得られるcos相信号を増幅するcos相インターフェイス回路と、該レゾルバから得られるsin相信号を増幅するsin相インターフェイス回路と、該cos相インターフェイス回路とsin相インターフェイス回路との出力から位置を演算する演算処理回路とを有する位置検出器を備え、当該位置検出器からの位置信号に基づきモータにより操舵をアシストする電気式動力舵取装置であって、前記位置検出器が、前記cos相インターフェイス回路と前記sin相インターフェイス回路とに基準信号を与え、前記基準信号を与えた際の前記cos相インターフェイス回路と前記sin相インターフェイス回路との出力から当該cos相インターフェイス回路と当該sin相インターフェイス回路との増幅率の偏差を求め、求めた偏差により、前記演算処理回路による該cos相インターフェイス回路とsin相インターフェイス回路との出力からの位置演算の補正を行い、前記位置検出器が、上記cos相インターフェイス回路とsin相インターフェイス回路との増幅率の偏差を求めている間、モータによる操舵アシストを禁止することを特徴とする電気式動力舵取装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、レゾルバを用いる位置検出器の補正方法、及び、該位置検出器により検出したモータの位置、又は、操舵トルクに基づき操舵をアシストする電気式動力舵取装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】車両の重要部品である電気式動力舵取装置には、高い信頼性が求められる。このため、電気式動

力舵取装置の操舵トルク、及び、モータの位置検出用に、機械的信頼性の高いレゾルバ式の位置検出器が注目を集めている。ここで、レゾルバ式の位置検出器は、図10に示すようにレゾルバ40と、レゾルバ40に $A_0 \sin \omega t$ の励磁信号を与える励磁信号生成回路32と、該レゾルバ40から得られるcos相信号( $A_0 \cos \theta \sin \omega t$ )を増幅するレゾルバ演算処理I/F回路34と、該レゾルバ40から得られるsin相信号( $A_0 \sin \theta \cos \omega t$ )を増幅するレゾルバ演算処理I/F回路36と、該レゾルバ演算処理I/F回路34、レゾルバ演算処理I/F回路36のsin相、cos相出力から位置を演算するマイクロコンピュータ30とを備えてなる。

【0003】このレゾルバ40から得られるcos相信号( $A_0 \cos \theta \sin \omega t$ )を増幅するレゾルバ演算処理I/F回路34と、sin相信号( $A_0 \sin \theta \cos \omega t$ )を増幅するレゾルバ演算処理I/F回路36との回路構成について、図4を参照して説明する。図4(A)はレゾルバ演算処理I/F回路34の回路構成を、図4(B)はレゾルバ演算処理I/F回路36の回路構成を示している。cos相信号( $A_0 \cos \theta \sin \omega t$ )を増幅するレゾルバ演算処理I/F回路34の増幅率、及び、sin相信号( $A_0 \sin \theta \cos \omega t$ )を増幅するレゾルバ演算処理I/F回路36は、共に $R_1/R_2$ になる。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】ここで、レゾルバ演算処理I/F回路34の抵抗とレゾルバ演算処理I/F回路36の抵抗とにばらつきがなければ、レゾルバ演算処理I/F回路34とレゾルバ演算処理I/F回路36とで、増幅率が等しくなる。しかしながら、実際には、抵抗の誤差に応じて増幅率に差が生じている。この増幅率の差により、マイクロコンピュータ30によりsin相、cos相出力から位置を演算すると、角度誤差が生じてくる。

【0005】従って、図10に示すレゾルバ式の位置検出器を電気式動力舵取装置のモータ角度センサに用いブラシレスモータ制御して操舵をアシストすると、トルクリップルが出て操舵感が損なわれる。また、レゾルバ式の位置検出器を、操舵トルクを検出するためのトルクセンサに用いると、正しい操舵トルクが検出できず、やはり操舵感が損なわれることになった。

【0006】本発明は、上述した課題を解決するためになされたものであり、その目的とするところは、レゾルバを用いて正確に位置を検出できる位置検出器の補正方法、及び、レゾルバを用いて適切に操舵トルクを補助できる電気式動力舵取装置を提供することにある。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】本発明の位置検出器の方正方法は、上記目的を達成するため、レゾルバと、該レゾルバに励磁信号を与えるレゾルバ励磁回路と、該レゾルバから得られるcos相信号を増幅するcos相インターフェイス回路と、該レゾルバから得られるsin相信号を増

幅するsin相インターフェイス回路と、該cos相インターフェイス回路とsin相インターフェイス回路との出力から位置を演算する演算処理回路とを備える位置検出器の補正方法であって、前記cos相インターフェイス回路と前記sin相インターフェイス回路とに基準信号を与え、前記基準信号を与えた際の前記cos相インターフェイス回路と前記sin相インターフェイス回路との出力から当該cos相インターフェイス回路と当該sin相インターフェイス回路との増幅率の偏差を求め、求めた偏差により、前記演算処理回路が、該cos相インターフェイス回路とsin相インターフェイス回路との出力から位置を演算する際に補正を行うことを技術的特徴とする。

【0008】本発明の位置検出器の補正方法では、cos相インターフェイス回路とsin相インターフェイス回路とに基準信号を与え、基準信号を与えた際のcos相インターフェイス回路とsin相インターフェイス回路との出力から当該cos相インターフェイス回路と当該sin相インターフェイス回路との増幅率の偏差を求め、求めた偏差により、該cos相インターフェイス回路とsin相インターフェイス回路との出力から位置を演算する際に補正を行う。このため、cos相インターフェイス回路とsin相インターフェイス回路との増幅率の偏差があっても、偏差を補正することで正確に位置を検出することができる。

【0009】また、本発明の電気式動力舵取装置は、レゾルバと、該レゾルバに励磁信号を与えるレゾルバ励磁回路と、該レゾルバから得られるcos相信号を増幅するcos相インターフェイス回路と、該レゾルバから得られるsin相信号を増幅するsin相インターフェイス回路と、該cos相インターフェイス回路とsin相インターフェイス回路との出力から位置を演算する演算処理回路とを有する位置検出器を備え、当該位置検出器からの位置信号に基づきモータにより操舵をアシストする電気式動力舵取装置であって、前記位置検出器が、前記cos相インターフェイス回路と前記sin相インターフェイス回路とに基準信号を与え、前記基準信号を与えた際の前記cos相インターフェイス回路と前記sin相インターフェイス回路との出力から当該cos相インターフェイス回路と当該sin相インターフェイス回路との増幅率の偏差を求め、求めた偏差により、前記演算処理回路による該cos相インターフェイス回路とsin相インターフェイス回路との出力からの位置演算の補正を行い、前記位置検出器が、上記cos相インターフェイス回路とsin相インターフェイス回路との増幅率の偏差を求めている間、モータによる操舵アシストを禁止することを技術的特徴とする。

【0010】本発明の電気式動力舵取装置では、位置検出器が、cos相インターフェイス回路とsin相インターフェイス回路とに基準信号を与え、基準信号を与えた際のcos相インターフェイス回路とsin相インターフェイス回路との出力から当該cos相インターフェイス回路と当該sin相インターフェイス回路との増幅率の偏差を求め、求

めた偏差により、該cos相インターフェイス回路とsin相インターフェイス回路との出力から位置を演算する際に補正を行う。このため、cos相インターフェイス回路とsin相インターフェイス回路との増幅率の偏差があっても、偏差を補正することで正確に位置を検出することができる。このため、電気式動力舵取装置が、レゾルバを用いて適切に操舵トルクを補助できる。更に、位置検出器が、上記cos相インターフェイス回路とsin相インターフェイス回路との増幅率の偏差を求めている間、モータによる操舵アシストを禁止するため、不適切なモータアシストを防ぐことができる。

【0011】

【発明の実施の形態】以下、本発明の電気式動力舵取装置の実施形態について図を参照して説明する。なお、以下の各実施形態では、本発明の電気式動力舵取装置を自動車等の車両の電気式動力舵取装置に適用した例を挙げて説明する。

【0012】まず、第1実施形態に係る電気式動力舵取装置10の主な構成を図1に基づいて説明する。図1に示すように、電気式動力舵取装置10は、主に、ステアリングホイール11、ステアリング軸12、ピニオン軸13、トーションバー14、第1、第2角度センサ15s、16s、減速機17、ラックピニオン18、モータ回転角センサ19s、モータM、ECU20等から構成されており、ステアリングホイール11による操舵状態を検出し、その操舵状態に応じたアシスト力をモータMにより発生させて操舵をアシストするものである。

【0013】即ち、ステアリングホイール11にはステアリング軸12の一端側が連結され、このステアリング軸12の他端側にはトーションバー14の一端側が連結されている。またこのトーションバー14の他端側にはピニオン軸13の一端側が連結され、このピニオン軸13の他端側にはラックピニオン18のピニオンギアが連結されている。またステアリング軸12およびピニオン軸13には、それぞれの回転角（ステアリング角 $\theta 1$ 、 $\theta 2$ ）を絶対的に検出可能な第1、第2角度センサ15s、16sがそれぞれ設けられており、各々がECU20に電気的に接続されている。なおこれらの第1、第2角度センサ15s、16sとしては、レゾルバ式の絶対角度センサが用いられる。

【0014】これにより、ステアリング軸12とピニオン軸13とをトーションバー14により相対回転可能に連結することができるとともに、ステアリング軸12の回転角（ステアリング角 $\theta 1$ ）を第1角度センサ15sにより、またピニオン軸13の回転角（ステアリング角 $\theta 2$ ）を第2角度センサ16sにより、それぞれ検出することができる。そのため、ステアリング軸12の回転角を第1角度センサ15sによってステアリング角 $\theta 1$ として検出することができるとともに、第1角度センサ15sによるステアリング軸12のステアリング角 $\theta 1$

と第2角度センサ16sによるピニオン軸13のステアリング角 $\theta 2$ との角度差(偏差)や角度比等からトーションパー14のねじれ量(操舵トルクに対応する)をねじれ角として検出することができる。

【0015】また、このピニオン軸13の途中には、モータMにより発生する駆動力を所定の減速比で伝達する減速機17が図略のギアを介して嚙合されており、当該減速機17介してモータMの駆動力、つまりアシスト力をピニオン軸13に伝え得るように構成されている。さらにこのモータMにも、その回転角を検出し得るモータ回転角センサ19sが設けられており、このモータ回転角センサ19sもECU20に電氣的に接続されている。このモータ回転角センサ19sにもレゾルバ式の絶対角度センサが用いられる。

【0016】これにより、第1、第2角度センサ15s、16s、モータ回転角センサ19sにより検出された回転角信号をECU20に送出することができるため、ECU20ではこれらの各回転角信号に基づいてモータMにより発生させるアシスト力を次述するように決定することができる。なお、ラックピニオン18の両側

には、それぞれタイロッド等を介して図略の車輪が連結されている。

【0017】次に、電気式動力舵取装置10を構成するECU20等の電氣的構成および動作を図2に基づいて説明する。図2に示すように、ECU20は、主に、第1位置検出手段15、第2位置検出手段16、アシストトルク決定手段21、電流制御手段23、回転検出手段19等により構成されており、具体的にはCPU(マイクロコンピュータ)、メモリ素子、各種インタフェース回路等から構成されている。

【0018】第1位置検出手段15は、図1に示す第1角度センサ15sの出力に基づきステアリング角 $\theta 1$ を検出する。同様に、第2位置検出手段16は、第2角度センサ16sの出力に基づきステアリング角 $\theta 2$ を検出する。アシストトルク決定手段21は、第1位置検出手段15により検出されたステアリング角 $\theta 1$ と第2位置検出手段16により検出されたステアリング角 $\theta 2$ とに基づいて、モータMにより発生させるアシスト力を決定するものである。例えば、ステアリング角 $\theta 1$ 、 $\theta 2$ の角度差(偏差)や角度比等に対応して予め設定されたアシスト電流指令 $I A^*$ のマップや所定の演算処理等によって、アシスト電流指令 $I A^*$ を求めている。

【0019】電流制御手段23は、アシストトルク決定手段21により決定されたアシスト電流指令 $I A^*$ をモータMに流れる実電流 $I A$ 、及び、回転検出手段19にて検出されたモータMの回転に基づいて電圧に変換して電圧指令 $V^*$ を出力するものである。即ち、電流制御手段23では、モータ電流検出手段27により検出されたモータMに流れる実電流 $I A$ を負帰還させることによって目標とする電圧指令 $V^*$ を出力するように制御してい

る。

【0020】モータ駆動手段25は、PWM回路24とスイッチング素子Q1~Q4とにより構成されている。PWM回路24は、ECU20とは異なるハードウェアにより実現されるパルス幅変調回路で、電流制御手段23から出力される電圧指令 $V^*$ に応じたパルス幅をもつパルス信号をU相、V相ごとに出力し得るように構成されている。これにより、出力側に接続されるスイッチング素子Q1~Q4の各ゲートに対応するU相、V相のパルス信号を与えることができるので、パルス幅に応じてスイッチング素子Q1~Q4をオンオフ動作させることにより、任意にモータMを駆動制御することができる。

【0021】回転検出手段19は、モータ回転角センサ19sからの出力によりモータMの回転角を検出し、電流制御手段23へフィードバック信号として出力する。

【0022】ここで、第1位置検出手段15の構成について、図3を参照して説明する。ここでは、第1位置検出手段15を代表として説明するが、同様に第2位置検出手段16及び回転検出手段19は構成されている。第1位置検出手段15は、第1角度センサ15sに $A \sin \omega t$ の励磁信号を与える本発明のレゾルバ励磁回路を構成し得る励磁信号生成回路32と、該第1角度センサ15sから得られる $\cos$ 相信号( $A \cos \theta \sin \omega t$ )を増幅するレゾルバ演算処理I/F回路( $\cos$ 相インターフェイス回路)34と、該第1角度センサ15sから得られる $\sin$ 相信号( $A \sin \theta \cos \omega t$ )を増幅するレゾルバ演算処理I/F回路( $\sin$ 相インターフェイス回路)36と、レゾルバ演算処理I/F回路34、レゾルバ演算処理I/F回路36へ増幅率の補正用の基準信号を出力する基準信号入力手段38と、該レゾルバ演算処理I/F回路34、レゾルバ演算処理I/F回路36からの $\sin$ 相、 $\cos$ 相出力から位置を演算する本発明の演算処理回路を構成し得るマイクロコンピュータ30とを備えてなる。

【0023】ここで、基準信号入力手段38は、マルチプレクサから成り、常には第1角度センサ15sからの $\cos$ 相信号( $A \cos \theta \sin \omega t$ )、 $\sin$ 相信号( $A \sin \theta \cos \omega t$ )をレゾルバ演算処理I/F回路34、レゾルバ演算処理I/F回路36へ印加する。そして、補正を行う際にマイクロコンピュータ30から出力された基準信号をレゾルバ演算処理I/F回路34、レゾルバ演算処理I/F回路36へ印加する。なお、マイクロコンピュータ30は、図2中のアシストトルク決定手段21、電流制御手段23を併せて構成するものであるが、ここでは説明の便宜上、第1位置検出手段のマイクロコンピュータ30として説明を行う。

【0024】この $\cos$ 相信号( $A \cos \theta \sin \omega t$ )を増幅するレゾルバ演算処理I/F回路34の回路構成を図4(A)に、 $\sin$ 相信号( $A \sin \theta \cos \omega t$ )を増幅するレゾルバ演算処理I/F回路36の回路構成を図4(B)

に示す。レゾルバ演算処理 I/F 回路 34 は、第 1 角度センサ（レゾルバ）15s の cos 相を検出する検出コイル RZ1 からの出力が、抵抗 R2、抵抗 R2 を介してオペアンプ OP の非反転入力へ入力される。検出コイル RZ1 と該検出コイル RZ1 側の抵抗 R2 との間には、接地されたコンデンサ C1 と、抵抗 R3 を介して 12V の定電圧とが接続されている。一方、オペアンプ OP の非反転入力側の抵抗 R2 と該非反転入力との間には、抵抗 R1 を介して 2.5V の定電圧が接続されている。オペアンプ OP の反転入力、抵抗 R2、抵抗 R2 を介して接地されている。該オペアンプ OP の非反転入力側の抵抗 R2 と、反転入力側側の抵抗 R2 との間には、コンデンサ C2 が接続されている。オペアンプ OP の反転入力と出力との間には、抵抗 R1 が接続されている。なお、図 4 (B) に示すレゾルバ演算処理 I/F 回路 36 は、第 1 角度センサ（レゾルバ）15s の sin 相を検出する検出コイル RZ2 に同様な回路が接続されている。

【0025】ここで、cos 相信号 ( $A_0 \cos \theta \sin \omega t$ ) を増幅するレゾルバ演算処理 I/F 回路 34 の増幅率  $G_{\cos}$  と、sin 相信号 ( $A_0 \sin \theta \cos \omega t$ ) を増幅するレゾルバ演算処理 I/F 回路 36 の増幅率  $G_{\sin}$  とは、設計上  $R1/R2$  で等しい。

【0026】マイクロコンピュータ 30 は、レゾルバ演算

$$G_{\cos} \times A_0 \cos \theta = \frac{\sum_{i=1}^n X_i \times \sin \omega t_i}{\sum_{i=1}^n \sin^2 \omega t_i} \dots \textcircled{1}$$

【数 2】

$$G_{\sin} \times A_0 \sin \theta = \frac{\sum_{i=1}^{30} Y_i \times \sin \omega t_i}{\sum_{i=1}^n \sin^2 \omega t_i} \dots \textcircled{2}$$

ここで、 $A_0$  : 励磁信号の振幅

$X_i$  : 時刻  $t_i$  の時にサンプリングした cos 相の A/D 値

$Y_i$  : 時刻  $t_i$  の時にサンプリングした sin 相の A/D 値

【0028】マイクロコンピュータ 30 は、cos 相信号 ( $A_0 \cos \theta \sin \omega t$ ) を増幅するレゾルバ演算処理 I/F 回路 34 の増幅率  $G_{\cos}$  と、sin 相信号 ( $A_0 \sin \theta \cos \omega t$ ) を増幅するレゾルバ演算処理 I/F 回路 36 の増幅率  $G_{\sin}$  とを  $R1/R2$  で等しいとして、上記数 1 と数 2 との比を取り  $\tan \theta$  を求め、保持されているマップを検索して第 1 センサ 15s の角度  $\theta$  を求めている。

【0029】上述した説明では、cos 相信号 ( $A_0 \cos \theta \sin \omega t$ ) を増幅するレゾルバ演算処理 I/F 回路 34 の増幅率  $G_{\cos}$  と、sin 相信号 ( $A_0 \sin \theta \cos \omega t$ ) を増幅するレゾルバ演算処理 I/F 回路 36 の増幅率  $G_{\sin}$  と

\*算処理 I/F 回路 34 にて  $G_{\cos} (R1/R2)$  分増幅された第 1 角度センサ 15s の cos 相信号 ( $G_{\cos} A_0 \cos \theta \sin \omega t$ ) と、レゾルバ演算処理 I/F 回路 36 にて  $G_{\sin} (R1/R2)$  分増幅された第 1 角度センサ 15s の sin 相信号 ( $G_{\sin} A_0 \sin \theta \cos \omega t$ ) とに基づき、第 1 角度センサ 15s の角度を推定する。

【0027】即ち、マイクロコンピュータ 30 は、sin 相、cos 相信号を、 $n$  回同期サンプリング（サンプリング周期は、励磁信号周期より短い。 $n=3$  の時、サンプリング周期  $f_s = \omega / 2\pi \times 3$ ）する。このサンプリングについて、図 5 のグラフを参照して説明する。図 5 は、縦軸に電圧を取り、横軸に時間を取り、第 1 センサ 15s の角度（レゾルバ電気角  $\theta$ ）が  $145 \text{ deg}$  の場合の励磁信号と、sin 相信号と、cos 相信号と 3 回サンプリングした場合を示している。サンプリングした値から最小自乗法により、次の数 1、数 2 のように sin 相、cos 相の振幅を推定し、sin 相、cos 相の振幅の比から角度を推定する。なお、本実施形態では、サンプリングした値から sin 相、cos 相の振幅を推定しているが、この代わりに、sin 相、cos 相の信号をピークホールドすることで、振幅を求めることも可能である。

【数 1】

は、設計上  $R1/R2$  で等しいとして説明を行った。しかしながら、図 4 を参照して上述した回路では、抵抗値のばらつきから、レゾルバ演算処理 I/F 回路 34 の増幅率  $G_{\cos}$  とレゾルバ演算処理 I/F 回路 36 の増幅率  $G_{\sin}$  とは差がある。この差を考慮しないと、角度誤差が生じる。

【0030】この角度誤差について図 6 を参照して説明する。図 6 のグラフでは、縦軸に第 1 角度センサ（レゾルバ）15s の角度誤差 [deg] を取り、横軸に第 1 角度センサ（レゾルバ）15s の真の角度 [deg] を取り、レゾルバ演算処理 I/F 回路 34 の増幅率  $G_{\cos}$  とレゾルバ演算処理 I/F 回路 36 の増幅率  $G_{\sin}$  との比  $G_{\cos}/G_{\sin}$  が 1.0355 の場合と、0.9657 の場合とを示している。グラフからレゾルバ電気角 1 回転

当たり、2周期の角度誤差が現れることが分かる。なお、比が1より大きい場合(1.0355)と、1より小さい場合(0.9657)とでは、レゾルバ角度誤差の符号が逆になっている。

【0031】本実施形態の電気式動力舵取装置では、上記レゾルバ演算処理I/F回路34の増幅率Gcosとレゾルバ演算処理I/F回路36の増幅率Gsinとの誤差を補正することで、位置検出手段の検出誤差を無くしている。即ち、補正を行う際には、基準信号入力手段38を介して、マイクロコンピュータ30から出力された基準信号が、レゾルバ演算処理I/F回路34とレゾルバ演算処理I/F回路36とに印加される。マイクロコンピュータ30が、この基準信号を与えた時のレゾルバ演算処理I/F回路34とレゾルバ演算処理I/F回路36の出力から偏差を求め、求めた偏差によりレゾルバ演算処理I/F回路34とレゾルバ演算処理I/F回路36の出力から位置を演算する際の補正值を求める。

【0032】この補正值算出のための処理について、図7のフローチャートを参照して説明する。図7は、図1に示すECU20による操舵アシスト及び平均ゲイン比算出処理のフローチャートである。ECU20は、先ず、エンジンが始動したか否かを判断する(S12)。エンジンが始動されると(S12:Yes)、レゾルバ演算処理I/F回路34の増幅率Gcosとレゾルバ演算処理I/F回路36の増幅率Gsinとの誤差を補正する処理が完了したか否かを判断する(S14)。誤差補正が済む前は(S14:No)、第1位置検出手段15、第2位置検出手段19及び回転検出手段19のレゾルバ演算処理I/F回路34の増幅率Gcosとレゾルバ演算処理I/F回路36の増幅率Gsinとの誤差を求める平均ゲイン比算出処理を行う(S100)。そして、平均ゲイン比算出処理が終了すると(S14:Yes)、図2を参照して上述した操舵アシスト処理を開始する(S30)。

【0033】本実施形態では、エンジン始動した際に、先ず、レゾルバ演算処理I/F回路34の増幅率Gcosとレゾルバ演算処理I/F回路36の増幅率Gsinとの誤差を求める平均ゲイン比算出処理を行ってから、操舵アシスト処理を開始する。即ち、誤差補正が済むまで操舵アシスト処理を禁止している。このため、不適正な検出値に基づき操舵アシストをすることが無い。さらに、平均ゲイン比算出処理中は、第1位置検出手段15、第2位置検出手段19、回転検出手段19による検出ができなくなるが、補正が済むまで、操舵アシスト処理を禁止しているため、不適正な操舵アシストを行うことが無い。

【0034】引き続き、上述したS100でのレゾルバ演算処理I/F回路34の増幅率Gcosとレゾルバ演算処理I/F回路36の増幅率Gsinとの誤差を求める平均ゲイン比算出処理について、当該処理のサブルーチン

を示す図8のフローチャート及び図2のブロック図を参照して説明する。この処理は、ECU20からの平均ゲイン比算出処理指令に基づき、第1位置検出手段15、第2位置検出手段19及び回転検出手段19の各マイクロコンピュータ30によりそれぞれ行われる。

【0035】先ず、マイクロコンピュータ30は、基準信号入力手段38を介して同一レベルの基準信号をレゾルバ演算処理I/F回路34及びレゾルバ演算処理I/F回路36に入力する(S102)。そして、マイクロコンピュータ30は、図5を参照して上述したようにn個(ここでは3個)、一定周期でsin相、cos相の信号をサンプリングしてA/Dsini、A/Dcosiを得る(S104)。ここで、A/Dは、A/D変換された値を示し、iは、時刻tiにサンプリングした値であることを示している。

【0036】次式によりn個のゲイン比の和を計算する(S106)。

$$\text{\_sum\_Ghosei} = \sum (A/Dsini) / (A/Dcosi)$$

【0037】次式により平均ゲイン比を計算する(S108)

$$\text{Ghosei} = \text{\_sum\_Ghosei} / n$$

【0038】そして、算出した平均ゲイン比Ghoseiをメモリに記憶して処理を終了する(S110)

【0039】引き続き、図7を参照して上述した操舵アシスト処理(S30)において、図2に示すマイクロコンピュータ30により行われる位置検出のため処理について図9のフローチャートを参照して説明する。マイクロコンピュータ30は、先ず、次式のように変数を初期化する(S52)。

$$\text{sum\_sin} = 0$$

$$\text{sum\_cos} = 0$$

【0040】マイクロコンピュータ30は、図5を参照して上述したようにn個(ここでは3個)、一定周期でsin相、cos相の信号をサンプリングしてA/Dsini、A/Dcosiを得る(S54)。ここで、A/Dは、A/D変換された値を示し、iは、時刻tiにサンプリングした値であることを示している。

【0041】次式に示すようにsin相、cos相のsum値を求める(S56)。次式は、数1及び数2を参照して上述した演算の右式の分母側を1にしたのと等しい。即ち、数1と数2との比を取るため、値の等しい右式の分母側を無視して計算している。

$$\text{sum\_sin} = \sum A/Dsini \times \sin \omega t i$$

$$\text{sum\_cos} = \sum A/Dcosi \times \cos \omega t i$$

【0042】次式によりtanθ(sin/cos)を演算する(S58)。この演算の際に、上記S100で求めた平均ゲイン比Ghoseiを分母側に掛けることで、基準信号をレゾルバ演算処理I/F回路34とレゾルバ演算処理I/F回路36との増幅率差を補正する。

$$\tan \theta = \text{sum\_sin} / (\text{sum\_cos} \times \text{Ghosei})$$

【0043】算出した $\tan \theta$ より、保持されているマップを検索して第1角度センサ15sの角度 $\theta$ を演算する(S60)。

【0044】ECU20は、第1位置検出手段15、第2位置検出手段19及び回転検出手段19からの検出値に基づき、図1及び図2を参照して上述したように操舵アシスト処理を行う。

【0045】本実施形態では、機械的信頼性の高いレゾルバ式の位置検出器をモータ角度センサ(回転検出手段)に用いモータMを制御して操舵アシストしても、トルクリップルが出ることがなく、操舵感が損なわれない。また、レゾルバ式の位置検出器を操舵力(操舵トルク)を検出するためのトルクセンサ(第1位置検出手段、第2位置検出手段)に用いて、正しい操舵トルクが検出できるため、操舵感を損うことがない。

【0046】上述した実施形態では、レゾルバ演算処理I/F回路34及びレゾルバ演算処理I/F回路36の増幅率差補正を、エンジン始動の度に行ったが、これを自動車の工場出荷の際に1回行うことも可能である。この場合には、図3に示す基準信号入力手段を用いること

なく、テスター等から基準信号をレゾルバ演算処理I/F回路34及びレゾルバ演算処理I/F回路36へ直接印加して補正できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施形態に係る電気式動力舵取装置の主な構成を示すブロック図である。

【図2】図1に示すECUおよびモータ駆動回路の主な電氣的構成を示すブロック図である。

【図3】図2に示す第1位置検出手段の構成を示すブロック図である。

【図4】(A)は、 $\cos$ 相信号( $A \cos \theta \sin \omega t$ )を増幅するレゾルバ演算処理I/F回路の回路構成を示し、(B)は、 $\sin$ 相信号( $A \sin \theta \cos \omega t$ )を増幅するレゾルバ演算処理I/F回路の回路構成を示す。

【図5】第1センサの角度(レゾルバ電気角 $\theta$ )が145degの場合の励磁信号と、 $\sin$ 相信号と、 $\cos$ 相信号

と3回サンプリングした場合を示すグラフである。

【図6】レゾルバの角度誤差を示すグラフである。

【図7】ECUによる操舵アシスト及び平均ゲイン比算出処理の流れを示すフローチャートである。

【図8】図7中の平均ゲイン比算出処理の流れを示すフローチャートである。

【図9】位置検出手段による位置検出処理の流れを示すフローチャートである。

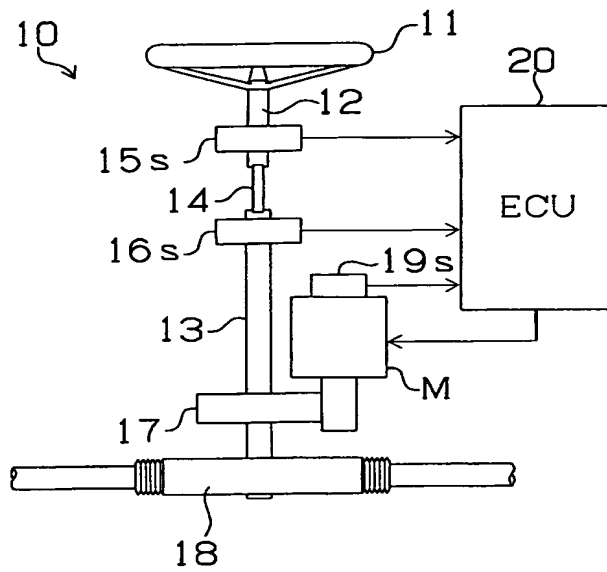
【図10】従来技術のレゾルバ式位置検出器の構成を示すブロック図である。

【符号の説明】

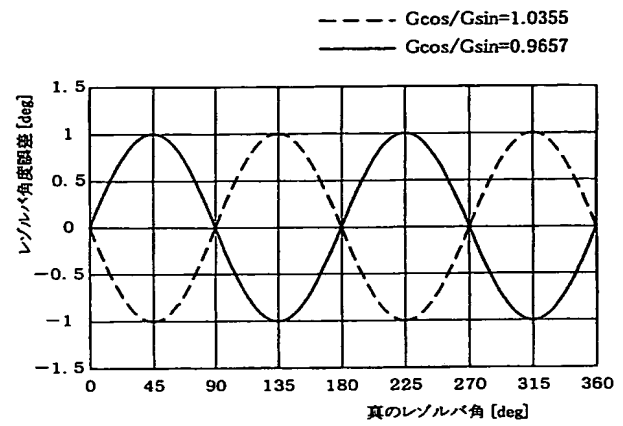
10	電気式動力舵取装置
11	ステアリングホイール
12	ステアリング軸
13	ピニオン軸
14	トーションバー
15	第1位置検出手段
15s	第1角度センサ(レゾルバ)
16	第2位置検出手段
16	第2角度センサ(レゾルバ)
18	ラックピニオン
19s	モータ回転角センサ(レゾルバ)
19	回転検出手段
20	ECU
21	アシストトルク決定手段
23	電流制御手段
25	モータ駆動手段
27	モータ電流検出手段
30	マイクロコンピュータ(演算処理回路)
30	励磁信号生成回路(レゾルバ励磁回路)
34	レゾルバ演算処理I/F回路( $\cos$ 相インターフェイス回路)
36	レゾルバ演算処理I/F回路( $\sin$ 相インターフェイス回路)
38	基準信号入力手段



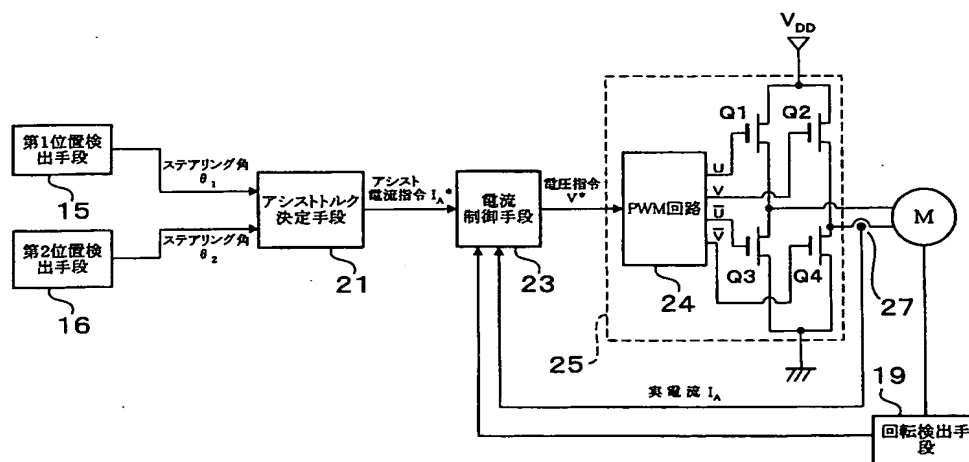
【図1】



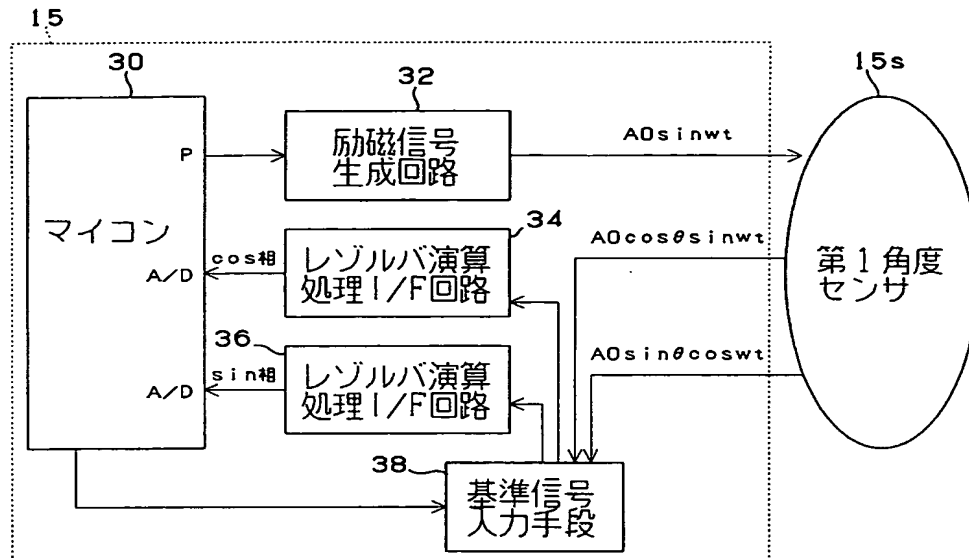
【図6】



【図2】

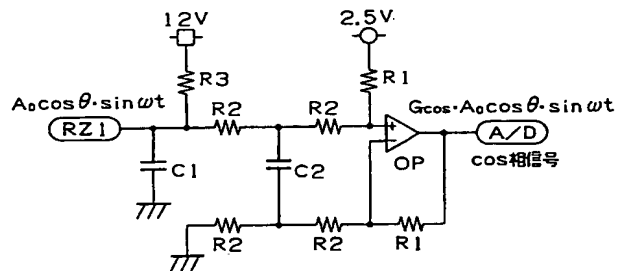


【図3】

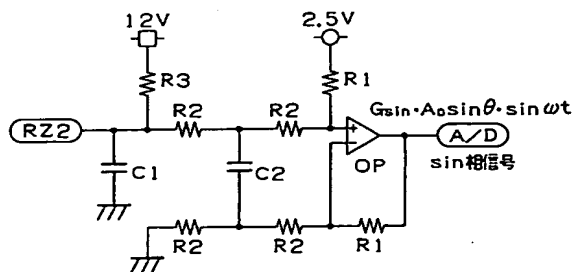


【図4】

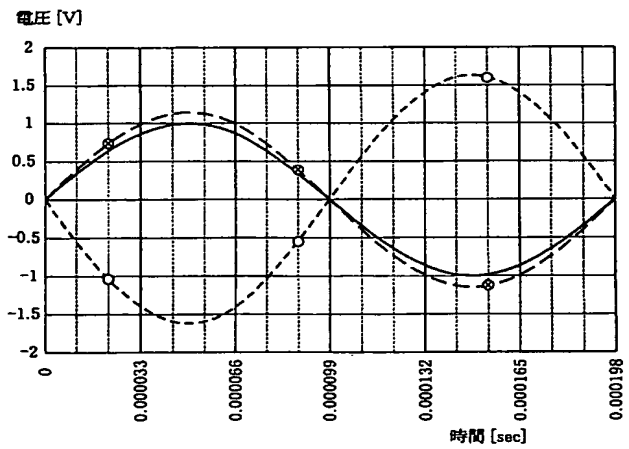
(A)



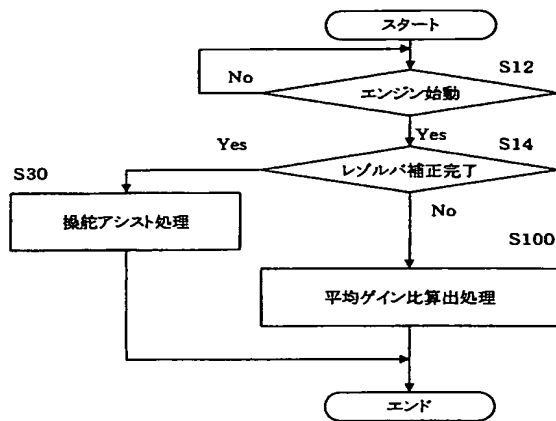
(B)



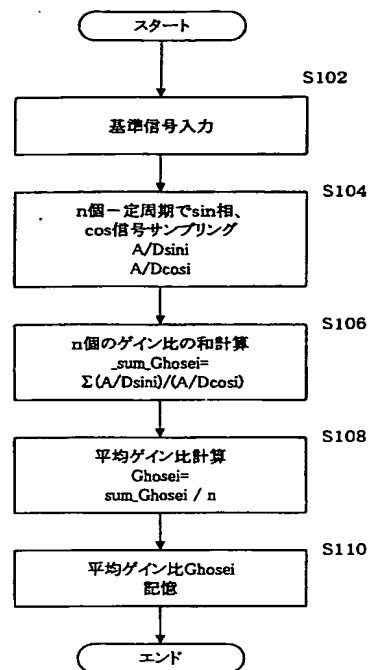
【図5】

レゾルバ電気角  $\theta = 145 \text{deg}$  の場合

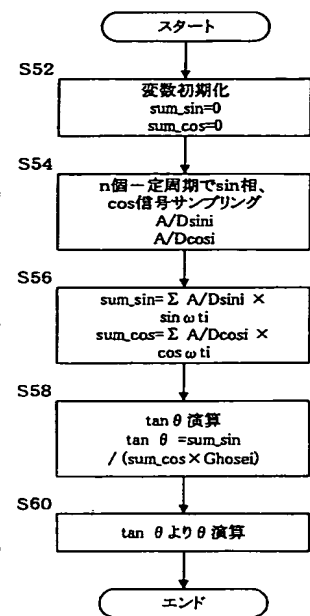
【図7】



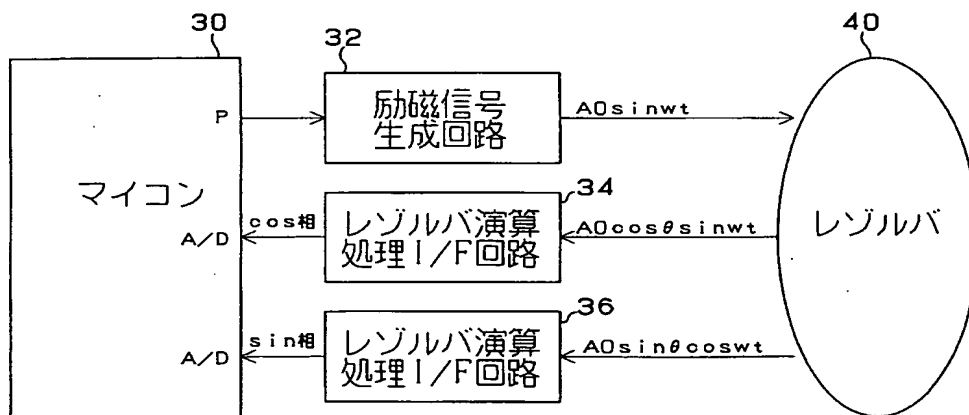
【図8】



【図9】



【図10】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2F063 AA36 BA08 BD16 CA04 CB05  
DA05 GA22 GA33 GA39 LA30  
NA06  
2F077 AA12 CC02 PP26 TT42 UU20  
3D032 CC08 DA03 DA15 DA63 DA64  
DC04 DC17 DD10  
3D033 CA03 CA16 CA17 CA20 CA21